



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ

ÚSTAV MANAGEMENTU

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

INSTITUTE OF MANAGEMENT

ANALÝZA VÝROBNÍHO SYSTÉMU A NÁVRHY ZLEPŠENÍ

THE PRODUCTION SYSTEM ANALYSIS AND IMPROVEMENT PROPOSALS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

TOMÁŠ TYC

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

ING. VLADIMÍR BARTOŠEK, PH.D.

BRNO 2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tyc Tomáš

Ekonomika a procesní management (6208R161)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

Analýza výrobního systému a návrhy zlepšení

v anglickém jazyce:

The Production System Analysis and Improvement Proposals

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému, cíle práce a metody zpracování

Teoretická východiska práce

Analýza problému a současné situace

Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

KAVAN, M. Výrobní a provozní management. Praha : Grada, 2002. 424 s. ISBN 80-247-0199-5.

MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. Cesty k vyšší produktivitě. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1996. 254 s. ISBN 80-902235-0-8.

TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. Řízení výroby. 2. vyd. Praha : Grada Publishing, 2000, 412 s. ISBN 80-7169-955-1.

TOMEK G., VÁVROVÁ V. Řízení výroby a nákupu. Praha : Grada Publishing, 2007. 384 s. ISBN 978-80-247-1479-0.

SVOBODOVÁ H., VEBER J., kol. Produktový a provozní management. Praha : Nakladatelství Oeconomica, 2006. 153 s. ISBN 80-245-1083-9.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

L.S.

PhDr. Martina Rašticová, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA
Děkan fakulty

V Brně, dne 16.05.2012

Abstrakt

Bakalářská práce se zaměřuje na analyzování výrobní linky ve firmě ABB Brno. Soustředí se převážně na problematiku úzkých bodů. V první části práce je nastíněna teorie výroby. V druhé části práce je analýza dat, výsledky a doporučené řešení na základě dat z IS.

Abstract

The bachelor thesis focuses on analysis of production line in company ABB Brno. Main focus is on problem of narrow points in production. First part contains theory of production. Second part consists of data analysis, results and recommended solution based on data from IS.

Klíčová slova

Výrobní podnik, úzký bod, data, analýza, výrobní linka, rozvržení, výrobní čas

Keywords

Production company, narrow point, data, analysis, production line, layout, production time

Bibliografická citace bakalářské práce:

TYC, T. *Analýza výrobního systému a návrhy zlepšení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2012. 50 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D..

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 31. května 2012

.....

Poděkování

Chtěl bych poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Vladimíru Bartoškovi, Ph.D. za vedení, cenné konzultace a připomínky, které mi při zpracovávání této práce velmi pomohly. Dále chci poděkovat panu Ing. Vítu Kratinovi, který mi poskytl cenná data a mnoho informací o firmě ABB Brno.

Obsah

Abstrakt.....	4
Abstract.....	4
Klíčová slova	4
Keywords	4
Čestné prohlášení	6
Poděkování.....	7
Úvod.....	11
1 Cíle práce	12
2 Teoretická východiska práce	13
2.1 Výroba	13
2.2 Typy výrobních procesů	13
2.3 Linka	14
Standardní plán práce linky	14
2.4 Data a rozhodování	15
2.4.1 Data.....	15
Obr. č. 2 - Postup při rozhodování (5)	15
2.4.2 Rozhodování	15
2.5 pracoviště	16
2.5.1 Uskupení pracovišť	16
2.5.1.2 Skupinové uskupení pracovišť	16
2.6 Projektování hladkého výrobního toku.....	16
2.6.1 Teorie omezení	17
2.6.1.1 Aplikace TOC v oblasti projektového řízení	19
2.7 World Class Manufacturing.....	19
Struktura World Class Manufacturing je následující.....	19
2.8 Princip JUST-IN-TIME	20
2.9 Optimized production technology	22
2.9.1 Rozpoznání úzkých míst.....	24
2.10 Štíhlá výroba	24
2.10.1 Historie.....	24
2.10.2 Sedm druhů plýtvání.....	25

2.11 Průběžná doba výroby	26
3. Analýza problému a současné situace	28
3.1 ABB Group	28
3.1.1 Základní údaje o společnosti	28
3.1.2 Historie a přítomnost	28
3.1.3 Divize v ABB Brno.....	29
3.1.4 Moderní přístup.....	30
3.1.5 ABB v ČR.....	30
3.2 Rozváděč UniGear	31
3.2.1 Popis rozváděče	32
3.2.2 Použití rozváděče	32
3.2.3 Typové řady UniGear v Brně.....	33
3.3 Popis pracovišť	34
3.3.1 Pracoviště Z1	34
3.3.2 Pracoviště Z2	34
3.3.3 Pracoviště Z3	35
3.3.4 Pracoviště Z4	35
3.3.5 Pracoviště Z5	35
3.3.6 Pracoviště Z6	35
3.3.7 Pracoviště Z7	35
3.3.8 Pracoviště Z8	35
3.3.9 Pracoviště Z9	36
3.3.10 Pracoviště Z10	36
3.3.11 Točna panelů.....	36
3.4 Výrobní časy.....	36
3.4.1 Metody měření výrobních časů.....	36
3.4.2 Pozorování	36
3.4.3 Sběr údajů ze SAP nebo jiného IS	37
3.4.4 Volba metody měření výrobních časů	37
3.5 Layout výrobní linky	38
3.5.1 Postupnost pracovišť	39
3.5.2 Manipulace a doprava.....	39

3.6 Analýza problému.....	39
3.6.1 Objem dat.....	39
3.6.2 Nespolehlivá data.....	40
3.6.4 Pracoviště Z8	40
3.7 Výrobní časy.....	41
3.7.1 Rozdílná časová náročnost.....	41
3.7.2 Pracoviště Z5	42
3.8 Původní stav Linky v ABB Brno	42
3.8.1 Stav Linky po úpravě ABB.....	43
4 Návrhy řešení.....	44
4.1 Návrh 1	44
4.2 Návrh 2	45
4.3 Zhodnocení návrhů	46
4.3.1 nákladové porovnání návrhů.....	46
Závěr	47
Zdroje.....	48
Seznam zkratk.....	49
Seznam obrázků, grafů, tabulek a vzorců	50
Vzorce.....	50
Obrázky.....	50
Tabulky	50
Grafy	50

Úvod

Všechny dnešní velké výrobní firmy, které chtějí soupeřit na globálním trhu a chtějí aby ve světě něco znamenaly, musí neustále inovovat a zlepšovat své výrobní procesy. Tento neustálý hon za tím jak být rychlejší, levnější, silnější atd. a tím pádem nejlepší vytvořil ve světě velice konkurenční prostředí. Dokonce i přestože většinu firem vlastní velké koncerny, tak stále mezi sebou soupeří firmy mezi sebou, aby se ukázaly a dokázaly, že jejich pobočka je lepší než jakákoliv jiná kdekoli ve světě a že právě naše firma je nejlepší v tom co dělá.

Tato práce bude vypracována ve firmě ABB Brno s.r.o. Právě zde bude ABB inovovat a utvářet svoji celosvětovou image jako prosperující firmy a jedničky ve svém oboru. K firmě jsem se dostal během své praxe, která je součástí mého studia. Velice mne zaujala firma jako celek a ještě více její výrobní linka, na které probíhá montáž rozvaděčů UniGear. Zde, jako v každém podobném prostředí je mnoho problémů, které je potřeba vyřešit.

Výrobní linka v ABB Brno byla zastaralá a nevyhovující i přesto, že došlo k její přestavbě, tak se stále objevují problémy. Jedním z těchto problémů je, že výrobní tok není zrovna plynulý a dochází k tomu, že pracoviště jsou buď plná, nebo čekají na další panel a tím pádem nemají co dělat. Tato práce se tímto problémem bude zabývat a snaží se ho řešit logickým a co nejpraktičtějším způsobem.

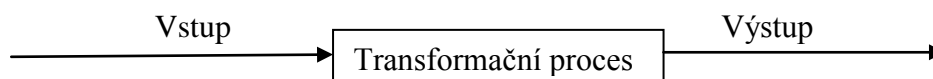
1 Cíle práce

Cílem této práce je analyzovat a zhodnotit výrobní linku v ABB Brno. Linka na výrobu rozvaděčů UniGear vykazuje dobrou efektivitu výroby a mým úkolem je zlepšit její výkonnost. Chci vyhledat úzká místa z dostupných zdrojů a na základě jejich umístění ve výrobní lince doporučit zlepšení. Cílem je navrhnout co nejhladší výrobní tok na výrobní lince.

2 Teoretická východiska práce

2.1 Výroba

Výroba slouží v rámci podniku obecně k vytváření materiálních a nemateriálních statků, které odpovídají tržní poptávce. Produkce zboží je spojena s konkrétním výstupem (output). Tento výstup vzniká tím, že vstupní faktory (input), především materiál, se podrobí transformačnímu procesu. Výrobní proces vyžaduje ke své realizaci účast lidských zdrojů (pracovní síly) – a podnikových prostředků (stroje, nástroje, přípravky, počítače, atd.). Základní systémové pojetí výrobního procesu znázorňuje následující obrázek (1).



Obr. č. 1 - Princip výrobního procesu (1)

2.2 Typy výrobních procesů

Výrobu můžeme rozdělit do několika typů podle různých kritérií. Jurová dělí výrobu jednak podle typu výroby, dále pak podle míry plynulosti technologického procesu, podle charakteru technologie a nebo formy organizace výrobního procesu. (2, s. 14) Podle počtu vyrobených kusů rozlišujeme tyto typy výroby: Je to **kusová výroba**, ve které se produkují výrobky různých druhů ve velmi malých množstvích, pouze pro uspokojení jednotlivých zakázek. Výrobní zařízení jsou univerzální (např. tankery, mosty, neobvyklé stavby, renovace domu). Ve **výrobě sériové** se stejný druh výrobků produkuje opakovaně v sériích. Je výrobou na sklad, a tím pádem se jednotlivé zakázky uspokojují ze skladu (např. automobily, domácí spotřebiče, pečivo, knihy). Posledním druhem výroby podle typu je **výroba hromadná** vyznačující se produkcí velkého množství výrobků jednoho či minimálního počtu druhů, výrobní stroje jsou vysoce automatizovány a jsou sestaveny do tzv. automatických linek (např. cigarety, papír, zpracování ropy).

Podle míry plynulosti technologického procesu rozlišujeme výrobu plynulou a přerušovanou. **Výroba plynulá** probíhá neustále bez přerušení a to ani o víkendech či svátcích. Typově takto nejčastěji probíhá výroba hromadná (např. hutní výroba, zpracování ropy). Pro zastavení nebo opětovné spuštění této výroby musí podnik vynaložit vysoké náklady. Naopak v případě **výroby přerušované** dochází k přerušení výrobního procesu, a to z důvodu uskutečnění nevýrobních procesů (např. doprava materiálu, změna nástroje). Náklady spojené se zastavením a opětovným spuštěním jsou v porovnání s výrobou plynulou zanedbatelné. Podle charakteru technologie rozdělujeme výrobu na **mechanickou**, ve které se nemění vlastnosti látek, materiál však mění svůj tvar a jakost, dále pak na výrobu **chemickou, biologickou, příp. biochemickou**, kde u materiálu nastávají změny látkové podstaty. U biologické a biochemické výroby jsou tyto změny látkové podstaty vyvolány přírodními procesy (např. kvašení).

Z hlediska formy organizace výrobního procesu se výroba rozděluje na **proudovou**, která probíhá na výrobních linkách a vyrábí se jen jeden nebo několik málo produktů, **skupinovou**, kdy se vyrábí mnoho druhů výrobků, které by bylo z ekonomického hlediska ztrátové vyrábět na lince a **fázovou**, u níž probíhá výroba mnoha druhů výrobků v malém množství od každého druhu. Stanovení správného typu výroby je pro podnik důležité pro její následné plánování a řízení (2).

2.3 Linka

Standardní plán práce linky

Jde o komplexní standardní normativ operativního řízení výroby, který je možno uplatnit v podmínkách velkosériové výroby. Zpravidla realizované na lince. Jeho cílem je přispět k plynulému chodu celého procesu. K jeho vypracování vycházíme ze vstupních údajů z linky (3).

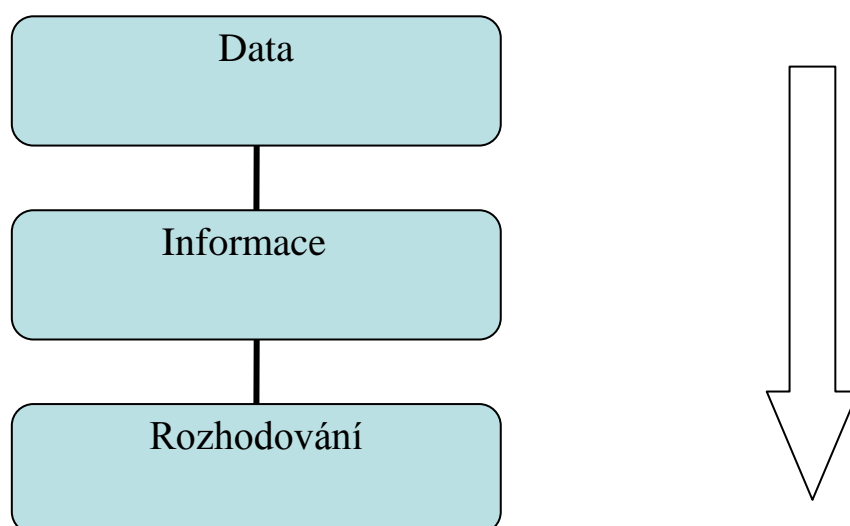
1. interval opakování práce na každém pracovišti
2. okamžiky zadávání jednotlivých dávek
3. určení pracovišť a jejich přesného pořadí
4. propočet doby trvání operace na každém pracovišti
5. průběžná doba výroby dávky každé součásti
6. průběžná doba výroby celého komplexu součásti

2.4 Data a rozhodování

Jelikož analyzuji linku převážně za pomoci dat ze systému SAP, je nutné si osvětlit některé pojmy.

2.4.1 Data

Zjednodušeně lze data charakterizovat jako libovolnou posloupnost znaků, přičemž se nemusí jednat pouze o bity či bajty, tedy o data tak, jak je chápeme v oblasti výpočetní techniky. Pod posloupností se mohou skrývat libovolné znaky, třeba i ty, které vůbec neznáme či u kterých si nedokážeme představit, že jde o nějaké znaky, o nějaké písmo. Posloupnost dat tak může být již sama o sobě na první pohled pro nás nesrozumitelná, složená z něčeho, co vůbec nemusíme chápat. Znaky posloupnosti, kterou nechápeme, mohou pro nás být jen jakási "suchá" data. Ta nám mohou, ale nemusí něco konkrétního říkat (4).



Obr. č. 2 - Postup při rozhodování (5)

2.4.2 Rozhodování

Ke správnému rozhodnutí nemůže dojít bez informací a k informacím se nedostaneme bez dostatečného množství dat. Tento proces je klíčový, pokud se chceme dobrat zdárného výsledku.

2.5 pracoviště

2.5.1 Uskupení pracovišť

1. Individuální - Užívá se v malých dílnách, na základě zvyklostí, či instalace
2. Pohyblivé - Výrobní zařízení se přizpůsobuje místu vytvoření zakázky
3. Skupinové (6)

2.5.1.2 Skupinové uskupení pracovišť

1. **Dle technologické příbuznosti** - Pracoviště jsou uspořádána dle technologické příbuznosti (výrobní zařízení jsou poskládána dle technologických podobností) - vznikají tak například dílny v jejichž názvech je již určen základní technologický proces (soustružny, truhlárny apod.). Mezi dílnami dochází k celkem komplikovaným tokům, kde se jednotlivé dávky mohou střetávat a tak vytvářet před některými pracovišti fronty. Tato forma uspořádání pracovišť je vhodná zejména tehdy, pokud je vyráběn široký okruh výrobků v menších objemech.
2. **Předmětná pracoviště** - Pracoviště jsou uspořádána v souladu s technologickým postupem. Předmětně uspořádaná výroba na rozdíl od uspořádání dle technologické příbuznosti vyžaduje menší okruh výrobků, které jsou vyráběny ve větších objemech s limitovanými možnostmi přizpůsobení výrobků požadavkům zákazníků (6).

2.6 Projektování hladkého výrobního toku

Harmonie výrobního systému lze dosáhnout mnoha způsoby. Dokonalosti se lze přiblížit za pomoci známých metod, ale i bez nich. Je také nutno vzít na vědomí, že ne každá metoda se hodí pro každou firmu. Zmíním zde ty metody, které jsou relevantní ve firmě ABB.

2.6.1 Teorie omezení

Teorie omezení, která je často používána a skrývá se pod zkratkou TOC neboli theory of constraints. Teorie omezení je vysvětlována na velmi jednoduchých příkladech a současně popisována složitými matematickými vzorci. Zdá se křišťálově průzračná, ale úspěšných implementací je jako šafránu. Lze ji použít v celé řadě odvětví, ale největší popularitu jí přinesla aplikace ve výrobních procesech. Jejím duchovním otcem a současně nejznámějším propagátorem je dr. Elijah Goldratt, vědec, autor řady knih a přední světový konzultant v oblasti zlepšování. TOC ve výrobě obvykle na začátku definuje základní problémy současné výroby:

- 1. nízká ziskovost**
- 2. dlouhé dodací lhůty a průběžné doby výroby**
- 3. časté nedodržování termínů dodávek**
- 4. vysoká úroveň zásob v distribučním systému**
- 5. vysoká rozpracovanost**
- 6. chybí správné díly pro montáž (8)**

TOC vychází z několika předpokladů. Cílem každého podniku je vydělávat co nejvíce peněz nyní i v budoucnosti (zaměření na zisk). Procesy mají charakter řetězu vzájemně závislých událostí. Každá událost podléhá statistické proměnlivosti.

Klíčovou myšlenkou TOC je to, že každý reálný systém obsahuje minimálně jedno omezení neboli úzké místo (TOC se také někdy říká teorie úzkých míst). Kdyby tomu tak nebylo, systém by dosahoval svého cíle v neomezené míře. V případě organizace, která existuje z důvodu zisku, by systém produkoval nekonečné množství zisku.

Omezení určuje výstup systému, ať si to přiznáme a řídíme ho, či nikoliv. V praxi to znamená, že TOC vždy hledá úzké místo, tzn. ten nejslabší článek z řetězu vzájemných událostí, který omezuje celý systém, respektive určuje maximální průtok systému.

Aplikace TOC se řídí pěti následujícími postupnými kroky:

1. nalezení momentálního úzkého místa,
2. maximální využití tohoto úzkého místa,
3. podřízení všeho ostatního úzkému místu,
4. zlepšení úzkého místa (rozšíření kapacity omezení),
5. opakování celého postupu (nalezení nového úzkého místa, které vzniklo odstraněním předešlého úzkého místa).

Pro zlepšení úzkého místa ve výrobě se využívá třífázový postup nazývaný drum-buffer-rope (DBR). Drum (buben) stanovuje základní výrobní plán, čili určuje výrobní "rytmus" organizace. Určení rytmu vychází samozřejmě se zákaznických požadavků, ale současně musí respektovat úzké místo výroby. Buffer (zásobník) vytváří ochranu proti neočekávaným událostem v oblasti úzkého místa. Úzké místo musí být podle TOC neustále vytíženo. Buffer vytváří před úzkým místem zásobníky, a to jak materiálové - více materiálu, než je momentálně potřeba, tak časové - materiál je na místě dříve, než je potřeba (zásadní rozpor například s teorií just-in-time). Rope (lano) pak zajišťuje uvolňování materiálu v souladu s chodem úzkého místa, tzn. že zásobování úzkého místa je díky připraveným zásobníkům vždy takové, aby průtok byl maximalizován (případný výpadek v zásobování nezpůsobí díky bufferům zastavení úzkého místa). Je zřejmé, že tento přístup může na první pohled vyvolat odpor mezi zastánci "klasických" zásad jako jsou nulové zásoby a dodávky přesně na čas. V TOC se však vše podřizuje úzkému místu a rozumně řízené zásobníky (buffer management) jsou mnohem menším zlem než stojící úzké místo, který je nenahraditelný a určuje průtok celé výroby. Z toho, co zde bylo řečeno, je zřejmé, že implementace TOC je vhodná zejména v tom případě, že organizace potřebuje zvýšit svůj průtok výrobou, tzn. že má více zakázek, než je schopna momentálně zvládnout. Principy TOC jsou na první pohled tak jednoduché, že se jejich uplatnění nezdá nijak komplikované. Přesto existuje mezinárodní síť certifikovaných konzultantů (8).

TOC lze implementovat i bez speciálního podpůrného software.

U TOC nepotřebujeme na začátku žádná data, ale musíme odhalit omezení systému, což je mnohem těžší úkol než sběr dat. Software můžeme následně použít při optimalizaci úzkého místa. Nicméně již existují i softwarové produkty, které jsou navrženy na základě principů TOC.

2.6.1.1 Aplikace TOC v oblasti projektového řízení

TOC se v oblasti řízení projektu aplikuje jako známý pojem critical chain (CC). Principem je opět buffer management, kdy se vytváří systém bufferů (bezpečnostních časových rezerv) pro určité úkoly, nebo pro celý projekt. Na první pohled se může zdát, že tento postup přinese pouhé prodloužení doby projektu. CC ale nechápe rezervy jako něco nežádoucího, ale jako systémový prvek projektu, se kterým se neustále pracuje. Na rozdíl od přístupu "bez rezerv", kdy špatný odhad nebo neočekávaná událost nutně znamená zpoždění projektu, při CC se tyto události pokrývají právě z předem vytvořených nárazníků (bufferů). Při optimálním průběhu je navíc možné projekt dokončit i před původně naplánovaným koncem, což zákazník bude jistě chápat jako příjemné překvapení, na rozdíl od nepředpokládaného zpoždění (8).

2.7 World Class Manufacturing

Na současné trendy zostřování a globalizace konkurenčního boje odpovídají přední výrobci kromě jiného také zdokonalováním svých výrobních systémů a jejich řízení. Jejich výrobní systémy označované jako World Class Manufacturing (výroba světové úrovně) naznačují ostatním výrobcům základní směry, jimiž by se měl vývoj řízení výroby v budoucnu ubírat (7).

Struktura World Class Manufacturing je následující

- 1. Výrobní strategie**
- 2. Strategie uspořádání výrobního procesu a materiálových toků**
- 3. Strategie rozmístění výroby**
- 4. Strategie zásobování**
- 5. Strategie řízení lidských zdrojů v oblasti výroby**
- 6. Plánování výroby**
- 7. Přístup k řízení zásob**
- 8. Přístup k řízení jakosti**
- 9. Řízení údržby**

Je nutné zdůraznit, že nesmí dojít k šablonovité aplikaci tohoto konceptu. Výrobní strategie musí odrážet konkrétní podmínky dané organizace. Je nesmyslné prosazovat například princip Just in time ve firmě, která používá strategii diferenciací (7).

2.8 Princip JUST-IN-TIME

Systém označovaný jako JIT (=právě včas) je různě chápán i hodnocen. Původní představa realizace tohoto systému je vytvoření takových vazeb mezi dodavatelem a odběratelem, aby u odběratele nevznikaly prakticky žádné zásoby. Dodavatel dodává přesně podle stanoveného harmonogramu materiál či díly v požadovaném množství a provedení, tak aby mohly být po provedené kontrole předány hned do výroby, např. na montáž. Známe jsou příklady z automobilového průmyslu, kdy z malého výrobce např. střech automobilu, sedaček do automobilů se stává satelitní firma, která je v podstatě postupně plně závislá na firmě velké, kterou představuje odběratel. Na základě krátkodobých požadavků (v rozmezí 24 hodin) zajišťuje dodavatel dodávky pro odběratele. Výhodou pro odběratele je minimalizace zásob, zvýšení obrátu kapitálu, pro dodavatele především jistota výrobního programu. Cena, kterou za tuto výhodu dodavatel platí je přenesení břemena zásob od odběratele na něho. Není totiž myslitelné, aby při variabilních požadavcích odběratele mohl pracovat bez zásob polotovarů. (1)

Významné rozdíly jsou dobře vidět na příkladech z automobilového průmyslu. Evropský výrobce potřebuje v průměru na automobil 36,2 hodin, což je ve srovnání s japonským, který dosahuje 16,8 hodin, více než dvojnásobek. Drastické rozdíly jsou i pokud jde i o dodavatelský systém. Zatímco japonští výrobci využívají pro montáž 170 různých dodávek, u evropských je to 442. V Evropě je v průměru 7,9% dílů dodáváno systémem JIT, tj. podle konkrétní potřeby, v Japonsku je to 45%.

I když uvedená čísla nemusí plně odrážet všechny okolnosti a dynamiku sledovaných jevů, přesto jsou zřejmé rozdíly u produktivity, času a kvality. Jednou z odpovědí na tuto výzvu je uplatnění just-in-time, time based management, lean production atd. Jde o koncepce, které přispívají k řešení problematiky sílící konkurence u výroby

orientované na potřeby zákazníků. Koncepce jsou předmětem kritiky i souhlasu. Představují širokou tematickou základnu pro diskuse odborníků i pro literaturu.

Ekonomicky objektivnější využití má proto tato metoda v následujícím dvojím pojetí či nasazení. Především je možno použít systém v rámci firmy, mezi jednotlivými stupni výroby či mezi jednotlivými relativně samostatně řízenými filiálkami atp. Zde je pak rozhodujícím momentem analýza, kam je nejvhodnější případnou vázanost kapitálu přesunout.

Druhé moderní pojetí systému just-in-time, jej charakterizuje nikoliv pouze jako systém vedoucí ke snížení zásob, ale systém, který komplexně vede k úspoře času v celé průběžné době výrobku a tím přináší výrazné snížení nákladů, zvýšení produktivity práce a další související výsledky. Toto komplexní pojetí úspory času je chápáno jako vývoj procesu just-in-time v následujících krocích (1):

- 1. Úspora času při seřizování a při výrobě**
- 2. Snížení velikosti dávek**
- 3. Snížení dopravních dávek**
- 4. Zvýšení variability výroby**
- 5. Operativní řešení problémů jakosti (zastavení linky, výměna práce, koordinace)**
- 6. Optimalizace materiálových a informačních toků**
- 7. Použití metod řízení typu KANBAN**

Výsledkem je zajištění flexibility výrobního procesu , což vede ke:

1. Zvýšení rentability
2. Zvýšení rychlosti průběhu výrobním procesem a tím zvýšení rychlosti v obratu kapitálu
3. Snížení zásob
4. Snížení nároků na výrobní prostory a další (1)

2.9 Optimized production technology

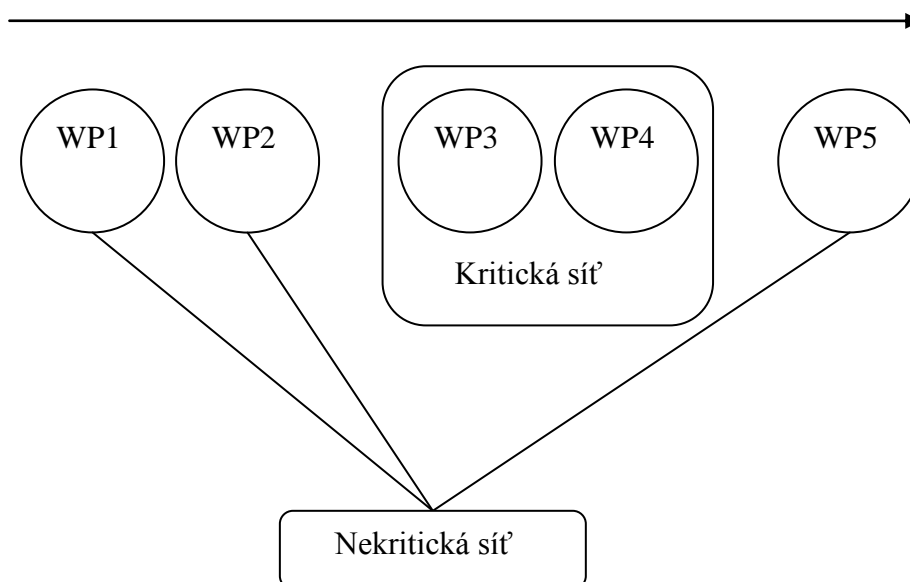
Relativně nový systém vytvořený izraelským výzkumníkem Goldrattem v USA a zavedený v 80. letech firmou Creative Outputs Inc. známý pod označením OPT (Optimized production technology). Východiskem tohoto systému je úvaha, že vznikající úzká místa mají podstatný vliv na průběh výroby. Identifikací a optimálním obsazením, resp. využitím úzkých kapacit, může být proto zajištěno zlepšení průměrného využití všech výrobních zařízení, snížení průměrných dob, jakož i snížení stavu pracovníků. Základní principy systému OPT lze shrnout do deseti pravidel:

1. Výrobní tok nevyvažuje kapacity.
2. Stupeň užití jedné výkonné jednotky, která nepředstavuje úzké místo, nebude určován její vlastní schopností výkonu, ale pomocí jakési hranice v okolním systému.
3. Pohotovost a užití kapacity různých zařízení nemají stejný význam.
4. Jedna hodiny kapacity nebo průběžné doby ztracená na jednom úzkém místě znamená ztrátu hodiny pro celý systém.
5. Jedna hodiny získaná na stanovišti, které není úzkým místem, je bezvýznamná.
6. Úzká místa určují jak průběh, tak zásobu.
7. Transportní dávka by neměla být identická s výrobní dávkou.
8. Výrobní dávka by měla být pohyblivá a nikoliv fixní.
9. Když jsou plány sestaveny, musí být všechny předpoklady současně .přezkoušeny. Průběžné doby jsou výsledkem plánu a nemohou být předem určeny.
10. Suma jednotlivých optim není rovna celkovému optimu (1).

Plánování zakázek probíhá ve více krocích. Nejprve musí být znázorněn celkový systém výrobního a materiálového toku v jednom síťovém grafu orientovaném podle průběhu výroby, jakož i kapacit jednotlivých výkonových jednotek. Za základ zde slouží data, jako jsou postupy s uvedenými výkonovými normami (čas práce a čas přípravy a zakončení), kapacity výrobních zařízení a lidí, kusovníky. Pak následuje identifikace úzkých míst. Za tím účelem je prováděno plánování vpřed, tzn. že zakázky jsou

nasazeny ve směru plánovaného konečného termínu. Tím se získá profil zatížení kapacitních jednotek stejně tak jako pořadí kapacitních jednotek podle ubývajícího zatížení. Podle tohoto pořadí mohou být identifikována projevující se úzká místa a oceněn jejich význam pro proces postavení výkonů. Na základě tohoto je pak posledním plánovacím krokem rozdělen síťový graf výroby na kritickou a nekritickou část. Další plánování se omezí jen na tu část, která je chápána jako kritická, pokud obsahuje úzká místa. Pro tuto část pak probíhá optimalizace kapacit úzkých míst. Aby bylo možno dosáhnout vzhledem k úzkým místům plnění plánu, je třeba podle toho dimenzovat a umístit rezervní mezisklad. Pak následuje termínování zakázek zpětným postupem. Systém OPT je nabízen jako softwarový produkt a zkušenosti z jeho použití uvádějí několik důležitých poznatků (2).

1. Při změnách kapacit úzkých míst je třeba znovu propočítat síťový graf.
2. Rozdílné stanovení výše výrobních a dopravních dávek umožňuje rychlejší průběh zakázky a snížení zásob, ale zvyšuje obtížnost řízení.
3. Program uživateli neposkytuje trvalý přehled o výši zásoby, průběžné době, odchylkách od termínu apod.
4. Uživatel nemůže zasáhnout do systému a případně určit prioritu.



Obr. č. 3 - Dělení na kritické a nekritické oblasti (Vlastní zpracování dle (1))

2.9.1 Rozpoznání úzkých míst

V každém plánovacím procesu nastane chvíle, kdy nelze vyhovět všem zadaným parametrům. Je třeba umět rychle (a správně) rozpoznat úzké místo a bezprostředně reagovat. (1, s. 288)

Změny termínů, priorit, počtu kusů, technologie a materiálu patří mezi nejběžnější typy změn respektive poruch (1). Úzká místa, která se nacházejí v našem výrobním toku mohou způsobovat drobné nepřesnosti nebo i vážné problémy. Mnohdy se maličkosti opomíjí a ponechávají se ladem. Často se problém neřeší, nechává se ladem. Takové úzké místo ponechané ladem může ve svém výsledku mít obrovský dopad, dokud se nezjistí, že tohle konkrétní pracoviště, dopravník, atd. brzdí celou linku, nebo dokonce celý podnik. Někdy se dokonce stává, že firma nevědomky přizpůsobuje celý svůj chod úzkému místu. Tento přístup se krajně nedoporučuje.

Opačný případ je, když firma o úzkém bodu ví, ale z určitých důvodů a limitací jej nemůže rozšířit. Tento přístup je krátkodobě vhodný a připraví dobrou půdu na plánované rozšíření onoho problematického úzkého bodu, který firmu tíží a omezuje v dalším růstu.

2.10 Štíhlá výroba

2.10.1 Historie

Koncepce "štíhlé výroby" (lean production, lean manufacturing) pochází z firmy Toyota, kde vznikla v 50-60 letech 20. století jako alternativa k hromadné výrobě v prostředí, které vyžadovalo vysokou úroveň flexibility a postrádalo finance na nákladné investice. Provádí komplexní organizaci vývoje a výroby produktu, dodavatelů a kontakty se zákazníkem tak, aby při lepším plnění zákaznickova požadavku bylo zapotřebí méně lidského úsilí, prostoru, kapitálu a času - a přitom produkty mají mnohem lepší kvalitu než v hromadné výrobě.

Ve firmě Toyota tehdejší prezident, Kiichiro Toyoda, vydal heslo: "Dohoňme Ameriku během tří let!" Převzetí amerických metod hromadné výroby by nikam nevedlo, protože v Japonsku neexistovala tak velká poptávka jako na druhé straně Pacifiku. Řádový

rozdíl v produktivitě (po válce produktivita japonského dělníka byla na třetině německého a devítině amerického pracovníka) musel mít příčinu v tom, že v Japonsku pracovníci dělali věci zbytečně oproti americkým kolegům. Z nápadu odstranit zbytečnosti se zrodil pozdější výrobní systém Toyota, základ štíhlé výroby.

Zrod výrobního systému Toyoty je připisán manažerovi jménem Taiichi Ohno (1912-1990), jenž byl vedoucím jedné výrobní jednotky v Toyotě v roce 1947, když dostal úkol implementovat změny vedoucí k odstranění prostojů/zbytečností a zvýšením produktivity v rámci nového hesla Kiichiro Toyody. Na začátku vymyslel linku, na které jeden pracovník mohl obsluhovat více strojů různých druhů. Tato revoluční změna (změna od filozofie jeden pracovník - jeden stroj k vizi jeden pracovník - víc strojů/procesů) se zásadně lišila od řešení hromadné výroby, pomohla zvýšit produktivitu dvakrát až třikrát, a naznačila naprosto jinou cestu budoucího vývoje (11).

Základem pro vznik lean production byly 2 pilíře: JIT (just-in-time) neboli výroba/dodávky právě včas a JIDOKA (autonomation) neboli automatizace s lidskou inteligencí. JIT již známe. JIDOKA neboli automatizace s lidskou inteligencí znamená, že stroj je schopen rozlišit špatný produkt od dobrého a v případě, že se takový vyskytne, tak zastaví výrobu, nebo neumožní pokračovat výrobku dále (11).

2.10.2 Sedm druhů plýtvání

V dnešní době štíhlá výroba již urazila velký kus od původních metod. Lean se hlavně snaží odstranit plýtvání ve firmě. Ke plýtvání dochází v mnohých podobách a na různých místech. Ve štíhlé výrobě je pro plýtvání termín MUDA. Tento termín z japonštiny se používá a zastřešuje hlavní principy štíhle produkce a znamená plýtvání. Lean production (štíhlá výroba) rozeznává 7 a někdy 8 MUDA. Poslední 8 druh plýtvání byl přidán teprve nedávno (12).

Druhy plýtvání:

- 1. Nadbytečná produkce**
- 2. Čekání**
- 3. Přesun**
- 4. Nevhodné zpracování**
- 5. Zbytečně velké zásoby**
- 6. Neefektivní pohyby a manipulace**
- 7. Defektní výroba**
- 8. Nevyužitá kreativita pracovníků**

2.11 Průběžná doba výroby

Výrobní cyklus (průběžná doba výroby) představuje kombinaci řady dílčích časů: technologických, netechnologických i přerušení, jak to vyžaduje postupné plnění sledu jednotlivých operací, rozmístění jednotlivých pracovišť, organizace výrobního procesu, tj. dodávky na jiná pracoviště, na mezisklad apod. (1).

Průběžnou dobou výroby rozumíme časový úsek od provedení první operace až do okamžiku odvedení výrobku na sklad hotových výrobků (1, s, 147).

Z toho rozumíme, že pokud se chceme dozvědět celou dobu výroby daného výrobku, musíme průběžné časy sečíst a také do výpočtu zahrnout prodlevy.

Výrobní cyklus jedné operace pro jeden kus výrobku. Tento vzorec bere v úvahu, že na jednom pracovišti je opracováváno více výrobků.

$$T_c = \frac{t_k}{S}$$

Vzorec. č. 1 - Výpočet doby operace (1)

kde

T_c ... celková doba výrobního cyklu

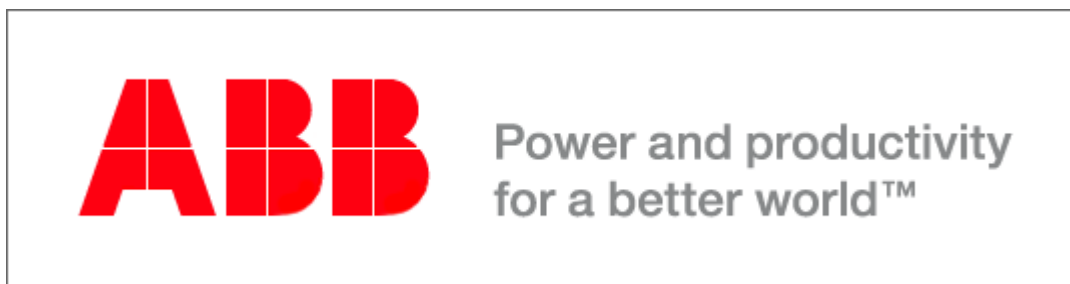
t_k ... počet součástí, které je možno opracovat naráz

3. Analýza problému a současné situace

3.1 ABB Group

3.1.1 Základní údaje o společnosti

Společnost ABB je významnou firmou na poli technologie pro výrobu energetických součástí a součástí i celků pro automatizaci. Napomáhá energetickým a průmyslovým podnikům optimálně zvyšovat výkonnost v jednotlivých oblastí a zároveň se snaží, aby tato činnost měla minimální dopad na životní prostředí. Sídlo společnosti je ve švýcarském Curychu, ale ABB nalezneme ve více jak 100 dalších zemích. Na fungování společnosti se společně podílí asi 124 000 zaměstnanců. V České republice můžeme na společnost ABB narazit ve městech jako Praha, Brno, Ostrava, Jablonec nad Nisou, Trutnov, Plzeň, Most a Teplice.



Obr. č. 4 - ABB logo (9)

3.1.2 Historie a přítomnost

Skupina ABB vznikla roku 1988 spojením švédské firmy Asea a švýcarské BBC Brojen Boveri. Obě společnosti mají rozsáhlou historii, která se datuje od roku 1883 v případě Asei, a od roku 1891. S akciemi společnosti ABB Ltd. se obchoduje na burzách nejen v Curychu, ale i ve Stockholmu a v New Yorku. Historie českého ABB s.r.o. se datuje od roku 1970, kdy právě výše zmíněná švýcarská společnost BBC začala působit na našem území. Ovšem formální vznik byl až v roce 1991. Během 90. let se společnost začala rozrůstat o další společnosti, a to nejen v oblasti svých aktivit, ale také v širší portfolia nabízených výrobků a služeb. Další zlom v historii přišel v roce 2001, kdy došlo ke sloučení společností do dvou základních celků a to ABB s.r.o

a ABB Lummus Global s.r.o. V následujících dvou letech došlo ve společnosti k rozsáhlé restrukturalizaci a to z důvodu soustředění se na klíčové obory. České ABB s.r.o. má možnost využít mezinárodní know-how a nejnovějších výsledků výzkumu a vývoje globální společnosti. Svým klientům nabízí přidanou hodnotu v podobě silného zázemí vlastních inženýrských a servisních center a dlouhodobých zkušeností tradičních českých výrobců. Toto mezinárodní spojení know how a lokálních zdrojů umožňuje poskytovat ta nejlepší řešení, která zvyšují účinnost současně se snižováním potřeby surovin jak při výrobě elektrické a tepelné energie, tak v průmyslové výrobě. Tím ABB s.r.o. přispívá k větší produktivitě a konkurenceschopnosti svých stávajících zákazníků.

3.1.3 Divize v ABB Brno

V současné době má společnost ABB s.r.o. těchto 5 divizí:

3.1.3.1 Výrobky pro energetiku

V této divizi najdeme výrobu a dodávky rozvoden, přístrojů vvn/vn, přístrojů ochran pro energetiku a průmysl, přístrojových transformátorů a senzorů, výkonových a distribučních transformátorů, kabelů a kabelových systémů vvn. Také v této oblasti nabízejí modernizace, opravy, konzultace, poradenství, diagnostiku, servisní aktivity a hot line.

3.1.3.2 Systémy pro energetiku

Tato oblast řeší komplexní dodávku pro energetiku, systémy automatizace rozvoden vvn/vn , systémy pro měření a regulaci v energetice. V oblasti služeb nabízí také modernizace, opravy, konzultace, poradenství, diagnostiku, servisní aktivity a hot line.

3.1.3.3 Výrobky pro automatizaci

Zde najdeme energeticky výrobky, které zlepšují produktivitu zákazníka, včetně

pohonů, motorů a generátorů, výrobků nízkého napětí, instrumentace analytických výrobků a také výkonové elektroniky.

3.1.3.4 Procesní automatizace

V této divizi bývá poskytováno zákazníkům řešení pro řízení a optimalizaci provozů. Současně zde naleznou aplikační znalosti pro průmyslová odvětví.

3.1.3.5 Divize robotiky

Poslední divize je základnou průmyslových robotů, pro které nabízí software, ale i periferní vybavení. Dále také modulární výrobní buňky pro takové operace, jakými jsou manipulace, svařování, lakování a povrchová úprava a obsluha strojů.

3.1.4 Moderní přístup

Klíčovou roli v ABB hraje technologie. Díky tomu, že inovují a neustále sledují vývoj a zlepšují stávající technologie, mohou svým zákazníkům nabídnout také výrobky a služby, které zvýší jejich konkurenceschopnost a zároveň sníží dopad jejich činnosti na životní prostředí. Společnost usiluje o rovnováhu v ekonomické, ekologické a sociální sféře podnikání a aktivně přispívá k hospodářskému pokroku, ochraně životního prostředí a k udržitelnému rozvoji v zemích a společnostech, v nichž pracuje.

3.1.5 ABB v ČR

V České republice působí ABB již od roku 1970 a v současné době má téměř 3 000 zaměstnanců. České ABB má možnost využití mezinárodního know-how a nejnovější výsledky výzkumu a vývoje globální společnosti. Svým zákazníkům nabízí přidanou hodnotu v podobě silného zázemí vlastních inženýrských a servisních center a dlouhodobých zkušeností tradičních českých výrobců. (9)

ABB Brno - podnik, který má ve výčtu prestižních světových zakázek také například dodávku pro nejvyšší budovu světa, mrakodrap Burdž Chalífa v Dubaji (828 m) či největší nákladní loď na světě s názvem Emma Mærsk. V posledních dvou letech

proběhla v závodě modernizace výroby v hodnotě více než 150 milionů Kč, a to v návaznosti na konsolidaci evropské výroby vzduchem izolovaných rozváděčů vysokého napětí, díky níž se objem výroby mnohonásobně zvýšil. V současnosti se tato výroba nachází pouze na dvou místech v Evropě: v Brně v České republice a v Dalmine v Itálii (13).

3.2 Rozváděč UniGear

Rozváděč UniGear je hlavní výrobní artikl ABB Brno. Je klíčovým produktem celé firmy.



Obr. č. 5 - rozváděč UniGear (9)

3.2.1 Popis rozváděče

Rozváděč UniGear by se dal charakterizovat jako kovově krytý, vzduchem izolovaný rozváděč vysokého napětí, který je odolný proti vnitřním obloukovým zkratům.

Základní parametry:

- Velikost pole (v mm)	výška	(2100/2200/2595)
	šířka	(550 až 1000)
	hloubka	(1300 až 1390)
- Hmotnost (v kg)		(800 až 1400)
- Jmenovité napětí (v kV)		(7,5; 12; 17,5; 24)
- Jmenovitý proud (v A)		(630, 1250, 2500, 4000)

3.2.2 Použití rozváděče

Tento rozváděč má širokou možnost použití. Ať už jako hlavní či pomocný rozváděč v elektrárnách, stanicích či transformovnách a spínacích stanicích. K dispozici má rozváděč velkou škálu jednotek pro mnohá řešení instalace, to zaručuje použití rozváděče v širokém výrobním odvětví (výroba textilií, výroba automobilů, atd.). Rozváděč se může chlubit vysoce efektivním využitím prostoru, což má za následek menší rozměry rozváděče a tudíž možnost použití na místech, kde se hůře navrhuje dispoziční uspořádání (např. doly). Samozřejmostí je možnost provádět veškeré údržby a provozní manipulace z přední strany. Rozváděč je navrhován tak, aby splňoval podmínky na maximální plynulost provozu. Může se tedy použít ve službách (nákupní střediska, nemocnice, atd.) a v dopravě (železnice, letiště, atd.). Speciálním podtypem je rozváděč, který je používán v námořních aplikacích, ať už to jsou vrtací plošiny nebo kontejnerové, převozní či osobní lodě.

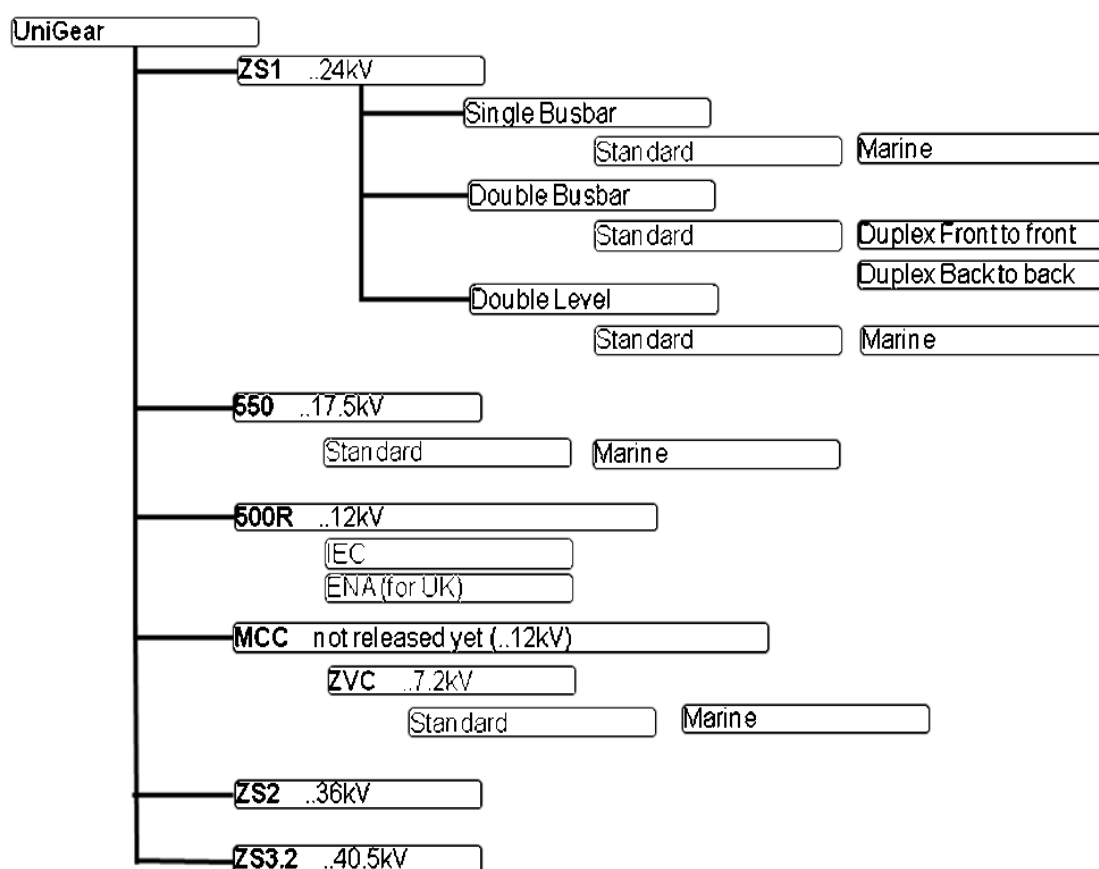
3.2.3 Typové řady UniGear v Brně

Portfolio ABB Brno obsahuje několik odlišných rozváděčů ze skupiny UniGear.

Produkční portfolio ABB Brno:

- UniGear ZS1
- UniGear 550
- UniGear 500R
- UniGear MCC

Tyto vzduchem izolované rozváděče se nadále dělí na několik podskupin viz obr. 4.



Obr. č. 6 - "Rodina UniGear" Produkční portfolio ABB (10)

Zde je možno vidět široké spektrum odlišných rozváděčů, které procházejí výrobním procesem v ABB Brno. Rozváděče od 7,5kV až do 24kV v různých třídách a provedeních, všechny přizpůsobené individuálně pro jednotlivé zákazníky a přesto vyrobené na jedné výrobní lince

3.3 Popis pracovišť

Pracoviště označená Z1 až Z10 jsou součástí linky na výrobu UniGear rozváděčů. Každé pracoviště má několik pracovních míst. Každé pracovní místo může mít rozpracován najednou vždy jen jeden panel. Směnnost není omezena, linka jede momentálně na 2 směny. Na každém WP pracuje jeden pracovník.



Obr. č. 7. Linka ABB (9)

3.3.1 Pracoviště Z1

Na pracovišti Z1 probíhá úplně první montáž v celém výrobním cyklu UniGear vzduchem izolovaných rozváděčů. Zde, na pracovišti Z1 se smontuje základní kostra 1 panelu. Také se zde do kostry instaluje podsestava nosníků kontaktů. Po dokončení práce se panel posouvá dále na pracoviště Z2.

3.2.2 Pracoviště Z2

Pracoviště Z2 má za úkol přidat několik dalších součástí do kostry. Jsou to podsestavy pákových mechanismů, pohonu a k nim příslušejících součástí.

3.2.3 Pracoviště Z3

Na pracovišti Z3 se pomocí jeřábu do kostry přidají nosníky traf smontované na přípravném pracovišti. Pokud se jedná o spojkové pole tak se tam namontují odbočky a nosné izolátory.

3.2.4 Pracoviště Z4

Na pracovišti Z4 se protáhnou kabelové svazky od traf příslušnými prostory. Namontují se kryty kabelových kanálů. Namontuje se kabelové připojení a pevný kontakt EK6 pohonu. Probíhá zde přesné seřízení polohy kontaktů. Nakonec se na tomto pracovišti kontroluje zazkratování EK6 a jeho pohonu.

3.2.5 Pracoviště Z5

Na pracovišti Z5 dochází k montáži zadního krytu. Také se na kostru instaluje ventilace, která je součástí zadního krytu.

3.2.6 Pracoviště Z6

Na pracovišti Z6 se namontují odbočky, odlehčovací klapky a I-th limitor. Pomocí jeřábu se namontuje nízkonapěťová skříňka a protáhnou se kontakty do vysokonapěťové části. Dále zde dochází k montáži roubíků.

3.2.7 Pracoviště Z7

Na pracovišti Z7 Se namontují přední dveře jak vypínačového tak i kabelového prostoru. Zde se také namontuje oddělovací kryt a dno kabelového připojení. Dochází zde k mechanickému testování zvedání clon a sousosti roubíků.

3.2.8 Pracoviště Z8

Toto pracoviště bylo zamýšleno pro upravený technologický postup UniGear Practised Design, pro arabské trhy, ale k realizaci nedošlo. Toto pracoviště je neaktivní z výše uvedených důvodů.

3.2.9 Pracoviště Z9

Na pracovišti Z9 pracovníci propojí svazky mezi vysokonapěťovou částí a nízkonapěťovou skříňkou. Také se namontuje drobný materiál jako je osvětlení apod.

3.2.10 Pracoviště Z10

Pracoviště Z10 je testovací. Provádí se zde několik zkoušek a testů. Jednou z nich je 1 minutová zkouška VN části. Pracovník z kabiny Z10 formálně zahajuje a ukončuje také výrobu na pracovišti Z9.

3.2.11 Točna panelů

Před pracovištěm Z9 se také nachází otočná platforma, která otočí panel o 180 stupňů. Není ani tak významná z pohledu výrobního postupu, ale z pohledu prostorové organizace linky, protože zabírá celkem velký prostor.

3.4 Výrobní časy

3.4.1 Metody měření výrobních časů

Pro výpočet výrobních časů, které nezbytně potřebuji je možné využít 2 metody. Každá z metod má své výhody a nevýhody.

3.4.2 Pozorování

Pracoviště je možno pozorovat přímo se stopkami, či nepřímo za pomoci kamer a následné analýzy.

Aspekty:

1. Lidský faktor zaručí automatickou filtraci nesmyslných údajů (např. přerušení práce z jakýchkoli důvodů)
2. Extrémní časová náročnost
3. Malý počet údajů
4. Nepřesnost
5. Jednoduchost

3.4.3 Sběr údajů z SAP nebo jiného IS

Nutné údaje je možno získat z IS. Podmínkou je samozřejmě, firma má vyspělý IS, který je schopen údaje nejen získávat a archivovat, ale i zpětně poskytnout uživateli. Toto se mnohdy ukáže, jako veliký problém.

Aspekty:

1. Je nutno údaje filtrovat kvůli časté prezenci nevhodných údajů (přerušení zaznamenaná jako výrobní čas atd.)
2. Přesnost
3. Nutná vysoká úroveň IS
4. Rychlost

3.4.4 Volba metody měření výrobních časů

V praxi je většinou volena kombinace obou, aby se dosáhlo co nejpřesnějšího výsledku a vyvážily se nedostatky obou metod. Já jsem zvolil metodu Sběru údajů ze SAP systému, protože ve firmě již proběhla analýza za pomoci kamer. Dále já v žádném případě nemám možnost provést komplexní měření na vysoké úrovni s mými velice omezenými prostředky. Právě na základě této analýzy pracovníci firmy navrhli současnou podobu linky.

The architectural floor plan illustrates the layout of a restaurant, divided into ten numbered zones (Z1 to Z10) for functional organization. The plan includes detailed dimensions, furniture placement, and technical specifications for lighting and ventilation.

- Z1 (Yellow):** Located at the bottom right, featuring a bar area labeled "BAR" and a "BIBERNAAGIO" (beverage station).
- Z2 (Cyan):** Adjacent to Z1, containing a "BIBERNAAGIO" and a "BAR".
- Z3 (Green):** A large central dining area with multiple tables and chairs.
- Z4 (Pink):** A smaller dining area with tables and chairs.
- Z5 (Orange):** A dining area with tables and chairs, located near the center.
- Z6 (Yellow):** A dining area with tables and chairs, located near the center.
- Z7 (Blue):** A dining area with tables and chairs, located near the center.
- Z8 (Purple):** A dining area with tables and chairs, located near the center.
- Z9 (Pink):** A dining area with tables and chairs, located near the center.
- Z10 (Red):** Located at the top left, featuring a kitchen area labeled "CUCINA" and a "BAR".

Red arrows indicate the flow of traffic between zones, showing a clear path from the kitchen (Z10) through the bar (Z1) and various dining areas (Z2 to Z9) towards the entrance (Z10).

Technical specifications and labels include:

- Lighting:** "LUMINARI", "LUMINARI 2x", "LUMINARI 3x", "LUMINARI 4x", "LUMINARI 5x", "LUMINARI 6x", "LUMINARI 7x", "LUMINARI 8x", "LUMINARI 9x", "LUMINARI 10x", "LUMINARI 11x", "LUMINARI 12x", "LUMINARI 13x", "LUMINARI 14x", "LUMINARI 15x", "LUMINARI 16x", "LUMINARI 17x", "LUMINARI 18x", "LUMINARI 19x", "LUMINARI 20x", "LUMINARI 21x", "LUMINARI 22x", "LUMINARI 23x", "LUMINARI 24x", "LUMINARI 25x", "LUMINARI 26x", "LUMINARI 27x", "LUMINARI 28x", "LUMINARI 29x", "LUMINARI 30x", "LUMINARI 31x", "LUMINARI 32x", "LUMINARI 33x", "LUMINARI 34x", "LUMINARI 35x", "LUMINARI 36x", "LUMINARI 37x", "LUMINARI 38x", "LUMINARI 39x", "LUMINARI 40x", "LUMINARI 41x", "LUMINARI 42x", "LUMINARI 43x", "LUMINARI 44x", "LUMINARI 45x", "LUMINARI 46x", "LUMINARI 47x", "LUMINARI 48x", "LUMINARI 49x", "LUMINARI 50x", "LUMINARI 51x", "LUMINARI 52x", "LUMINARI 53x", "LUMINARI 54x", "LUMINARI 55x", "LUMINARI 56x", "LUMINARI 57x", "LUMINARI 58x", "LUMINARI 59x", "LUMINARI 60x", "LUMINARI 61x", "LUMINARI 62x", "LUMINARI 63x", "LUMINARI 64x", "LUMINARI 65x", "LUMINARI 66x", "LUMINARI 67x", "LUMINARI 68x", "LUMINARI 69x", "LUMINARI 70x", "LUMINARI 71x", "LUMINARI 72x", "LUMINARI 73x", "LUMINARI 74x", "LUMINARI 75x", "LUMINARI 76x", "LUMINARI 77x", "LUMINARI 78x", "LUMINARI 79x", "LUMINARI 80x", "LUMINARI 81x", "LUMINARI 82x", "LUMINARI 83x", "LUMINARI 84x", "LUMINARI 85x", "LUMINARI 86x", "LUMINARI 87x", "LUMINARI 88x", "LUMINARI 89x", "LUMINARI 90x", "LUMINARI 91x", "LUMINARI 92x", "LUMINARI 93x", "LUMINARI 94x", "LUMINARI 95x", "LUMINARI 96x", "LUMINARI 97x", "LUMINARI 98x", "LUMINARI 99x", "LUMINARI 100x", "LUMINARI 101x", "LUMINARI 102x", "LUMINARI 103x", "LUMINARI 104x", "LUMINARI 105x", "LUMINARI 106x", "LUMINARI 107x", "LUMINARI 108x", "LUMINARI 109x", "LUMINARI 110x", "LUMINARI 111x", "LUMINARI 112x", "LUMINARI 113x", "LUMINARI 114x", "LUMINARI 115x", "LUMINARI 116x", "LUMINARI 117x", "LUMINARI 118x", "LUMINARI 119x", "LUMINARI 120x", "LUMINARI 121x", "LUMINARI 122x", "LUMINARI 123x", "LUMINARI 124x", "LUMINARI 125x", "LUMINARI 126x", "LUMINARI 127x", "LUMINARI 128x", "LUMINARI 129x", "LUMINARI 130x", "LUMINARI 131x", "LUMINARI 132x", "LUMINARI 133x", "LUMINARI 134x", "LUMINARI 135x", "LUMINARI 136x", "LUMINARI 137x", "LUMINARI 138x", "LUMINARI 139x", "LUMINARI 140x", "LUMINARI 141x", "LUMINARI 142x", "LUMINARI 143x", "LUMINARI 144x", "LUMINARI 145x", "LUMINARI 146x", "LUMINARI 147x", "LUMINARI 148x", "LUMINARI 149x", "LUMINARI 150x", "LUMINARI 151x", "LUMINARI 152x", "LUMINARI 153x", "LUMINARI 154x", "LUMINARI 155x", "LUMINARI 156x", "LUMINARI 157x", "LUMINARI 158x", "LUMINARI 159x", "LUMINARI 160x", "LUMINARI 161x", "LUMINARI 162x", "LUMINARI 163x", "LUMINARI 164x", "LUMINARI 165x", "LUMINARI 166x", "LUMINARI 167x", "LUMINARI 168x", "LUMINARI 169x", "LUMINARI 170x", "LUMINARI 171x", "LUMINARI 172x", "LUMINARI 173x", "LUMINARI 174x", "LUMINARI 175x", "LUMINARI 176x", "LUMINARI 177x", "LUMINARI 178x", "LUMINARI 179x", "LUMINARI 180x", "LUMINARI 181x", "LUMINARI 182x", "LUMINARI 183x", "LUMINARI 184x", "LUMINARI 185x", "LUMINARI 186x", "LUMINARI 187x", "LUMINARI 188x", "LUMINARI 189x", "LUMINARI 190x", "LUMINARI 191x", "LUMINARI 192x", "LUMINARI 193x", "LUMINARI 194x", "LUMINARI 195x", "LUMINARI 196x", "LUMINARI 197x", "LUMINARI 198x", "LUMINARI 199x", "LUMINARI 200x", "LUMINARI 201x", "LUMINARI 202x", "LUMINARI 203x", "LUMINARI 204x", "LUMINARI 205x", "LUMINARI 206x", "LUMINARI 207x", "LUMINARI 208x", "LUMINARI 209x", "LUMINARI 210x", "LUMINARI 211x", "LUMINARI 212x", "LUMINARI 213x", "LUMINARI 214x", "LUMINARI 215x", "LUMINARI 216x", "LUMINARI 217x", "LUMINARI 218x", "LUMINARI 219x", "LUMINARI 220x", "LUMINARI 221x", "LUMINARI 222x", "LUMINARI 223x", "LUMINARI 224x", "LUMINARI 225x", "LUMINARI 226x", "LUMINARI 227x", "LUMINARI 228x", "LUMINARI 229x", "LUMINARI 230x", "LUMINARI 231x", "LUMINARI 232x", "LUMINARI 233x", "LUMINARI 234x", "LUMINARI 235x", "LUMINARI 236x", "LUMINARI 237x", "LUMINARI 238x", "LUMINARI 239x", "LUMINARI 240x", "LUMINARI 241x", "LUMINARI 242x", "LUMINARI 243x", "LUMINARI 244x", "LUMINARI 245x", "LUMINARI 246x", "LUMINARI 247x", "LUMINARI 248x", "LUMINARI 249x", "LUMINARI 250x", "LUMINARI 251x", "LUMINARI 252x", "LUMINARI 253x", "LUMINARI 254x", "LUMINARI 255x", "LUMINARI 256x", "LUMINARI 257x", "LUMINARI 258x", "LUMINARI 259x", "LUMINARI 260x", "LUMINARI 261x", "LUMINARI 262x", "LUMINARI 263x", "LUMINARI 264x", "LUMINARI 265x", "LUMINARI 266x", "LUMINARI 267x", "LUMINARI 268x", "LUMINARI 269x", "LUMINARI 270x", "LUMINARI 271x", "LUMINARI 272x", "LUMINARI 273x", "LUMINARI 274x", "LUMINARI 275x", "LUMINARI 276x", "LUMINARI 277x", "LUMINARI 278x", "LUMINARI 279x", "LUMINARI 280x", "LUMINARI 281x", "LUMINARI 282x", "LUMINARI 283x", "LUMINARI 284x", "LUMINARI 285x", "LUMINARI 286x", "LUMINARI 287x", "LUMINARI 288x", "LUMINARI 289x", "LUMINARI 290x", "LUMINARI 291x", "LUMINARI 292x", "LUMINARI 293x", "LUMINARI 294x", "LUMINARI 295x", "LUMINARI 296x", "LUMINARI 297x", "LUMINARI 298x", "LUMINARI 299x", "LUMINARI 300x", "LUMINARI 301x", "LUMINARI 302x", "LUMINARI 303x", "LUMINARI 304x", "LUMINARI 305x", "LUMINARI 306x", "LUMINARI 307x", "LUMINARI 308x", "LUMINARI 309x", "LUMINARI 310x", "LUMINARI 311x", "LUMINARI 312x", "LUMINARI 313x", "LUMINARI 314x", "LUMINARI 315x", "LUMINARI 316x", "LUMINARI 317x", "LUMINARI 318x", "LUMINARI 319x", "LUMINARI 320x", "LUMINARI 321x", "LUMINARI 322x", "LUMINARI 323x", "LUMINARI 324x", "LUMINARI 325x", "LUMINARI 326x", "LUMINARI 327x", "LUMINARI 328x", "LUMINARI 329x", "LUMINARI 330x", "LUMINARI 331x", "LUMINARI 332x", "LUMINARI 333x", "LUMINARI 334x", "LUMINARI 335x", "LUMINARI 336x", "LUMINARI 3

38

3.5.1 Postupnost pracovišť

Červené šipky na obr. č 7 znázorňují, jak panel (rozvaděč) postupně prochází pracovišti. Sestavovat se začíná na Z1 a postupuje se až k Z10. Na začátku výrobní linky se sestaví kostra rozvaděče a jak panel postupuje dál a dál výrobním procesem, tak se přidávají další součásti na základní kostru. Čím dál se panel nachází ve výrobním cyklu, tím je také těžší.

3.5.2 Manipulace a doprava

Mezi pracovišti se nachází pás pro dopravní plošiny, momentálně jsou nainstalované 2 a dělí se o všechnu dopravu mezi pracovišti. Tyto plošiny jsou plně automatizované a chovají se podle požadavků pracovišť. Díky jejich celkem rychlé a bezproblémové funkci, mají pracoviště vždy panel, na kterém mohou pracovat.

3.6 Analýza problému

Pro analýzu výrobní linky potřebuji výrobní časy jednotlivých pracovišť. Jejich získání bylo prvním krokem k vyřešení problému neplynulého výrobního toku.

3.6.1 Objem dat

Firma ABB Brno mi poskytla velké množství dat z výroby. Tyto data pochází z období mezi lednem až zářím roku 2011. Celkový objem se ukázal být více než dostačující. Z takového objemu, kde se jedná až o 4500 individuálních záznamů za měsíc, by neměl být problém sestavit precizní informace o výrobě a hlavně výrobních časech, které potřebuji.

3.6.2 Nespolehlivá data

Při bližší analýze dat bylo zjištěno, že některé záznamy vůbec nereflektují realitu. Objevily se položky, kde výrobní čas jednoho jediného pracoviště přesáhl i 2 dny. Jelikož by takovéhle záznamy zkreslily výpočty výrobních časů a celou proceduru řešení problému, bylo nutné je extrahovat. Jednalo se o velice extrémní hodnoty jak směrem nahoru, tak směrem dolů od předpokládaných hodnot. Díky velkému množství dat, se kterými jsem měl možnost pracovat, se toto neprojevalo jako problém. Chybných záznamů v systému bylo méně než 3% a taková hodnota je bez problémů přípustná. Data po této úpravě byla připravená na další analýzu.

3.6.3 Pracoviště s formálními záznamy

Na pracovišti Z3, Z10 a Z9 Se z různých důvodů nedají data považovat za relevantní.

U Z3 je tomu tak, protože samotná montáž tvá krátkou dobu a pracovníci zadávají zahájení a ukončení výroby hned za sebou.

Z10 a Z9 jsou pracoviště koncová, zde zahájení a ukončení práce do systému pracovníci zadávají pouze formálně a nereflektuje to skutečnou výrobní dobu. Pracovník z kontrolní kabiny příslušející k Z10 zadá zahájení a ukončení výroby na Z9 a panel se ihned posune na Z10 k testům. Tato operace proběhne během několika vteřin a nereflektuje vykonanou práci. Na samotném pracovišti Z10 zkoušky probíhají také nezávisle na zahájení a ukončení výroby. U těchto pracovišť by analýza byla zkreslená a je nutné je vynechat z hlubšího rozboru.

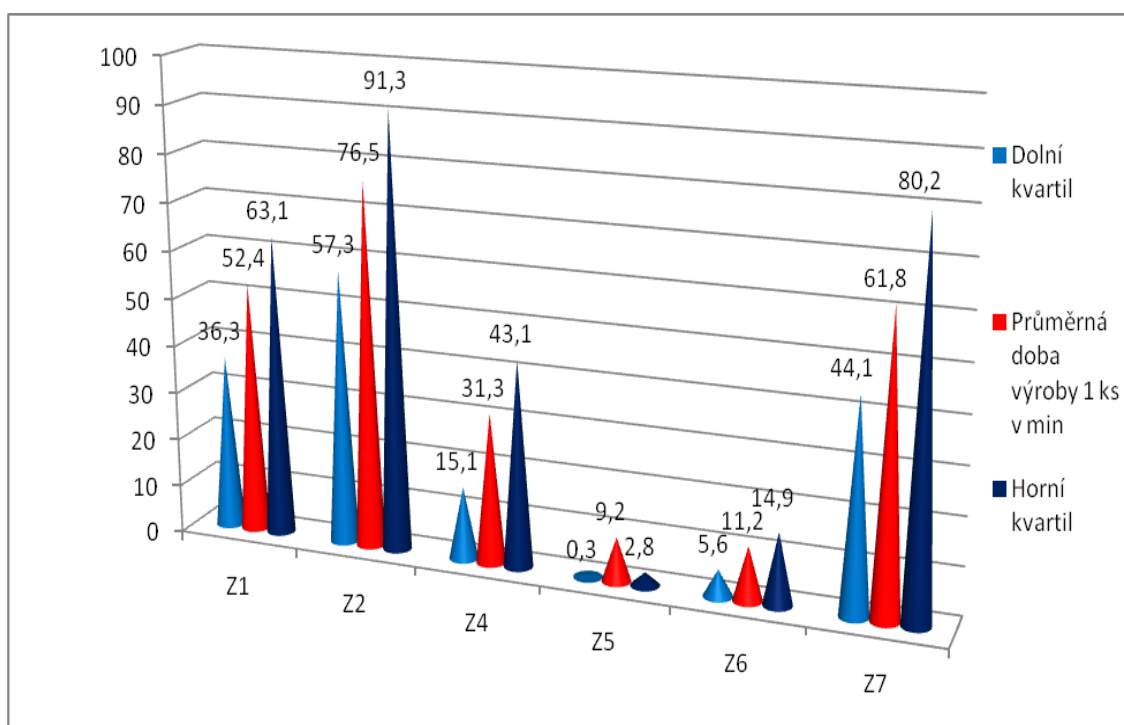
3.6.4 Pracoviště Z8

Pracoviště Z8 bylo ve fázi raného startu zavrhnuto, pro malý odbyt UniGear Practised Design rozváděčů. Pracoviště Z8 se stalo nepotřebným. Zde je zbytečné a ani kvůli nedostatku dat není možné analyzovat výrobní časy.

3.7 Výrobní časy

Z důvodu citlivosti údajů jsou následující data upravena na žádost ABB s.r.o. aby nemohlo dojít ke zneužití.

Následující graf podrobně popisuje průměrné výrobní časy u většiny pracovišť. Je zde vidět, jak některé pracoviště zvládá své úkony na jednom kusu provést velice rychle, kdežto jinému pracovišti zabere mnohem méně času provést všechny operace. Rozdílná náročnost operací je logická, např. sestavení a spojení základních desek k sobě zabere mnohem více času, než propojení kabelů VN a NN části.



Graf č. 1 výrobní časy (autor)

3.7.1 Rozdílná časová náročnost

Je vidět velická rozdílná časová náročnost operací mezi jednotlivými pracovišti. Tuto velkou rozdílnost je nutno korigovat počtem pracovních míst na jednotlivé pracoviště. Například pracoviště Z2 vykazuje velkou časovou náročnost, proto je nutné, aby pracovních míst mělo více, než třeba pracoviště Z6.

3.7.2 Pracoviště Z5

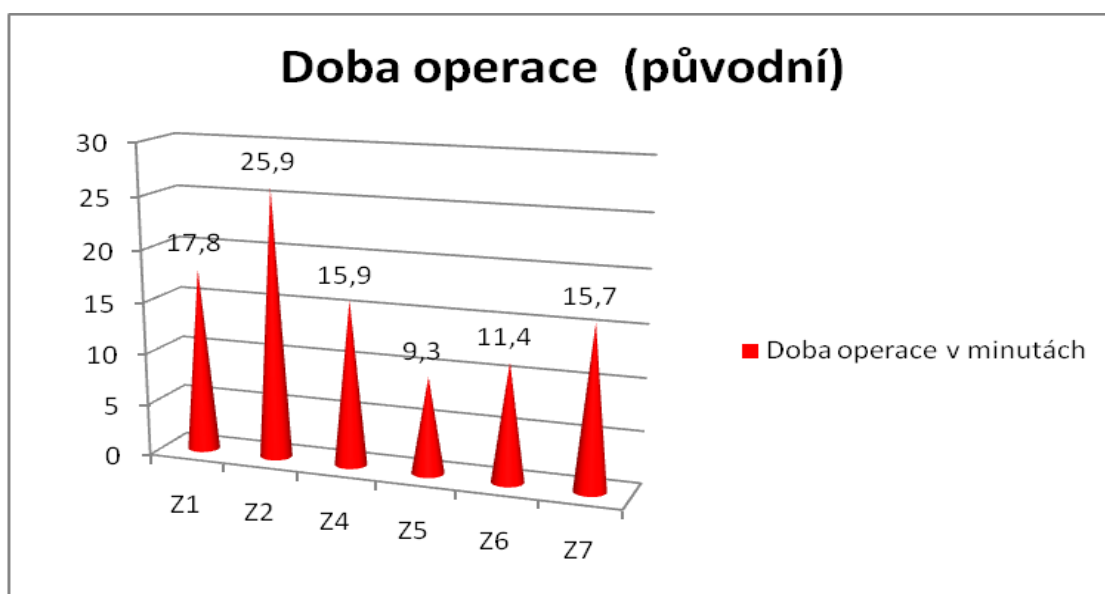
Po prozkoumání kvartilů Q_1 a Q_3 a porovnání s průměrem zjistíme, že na tomto pracovišti dochází k velkým výkyvům ve výrobní době. Z toho tu důvode je nutné předpokládat velkou diferenciaci ve výrobních časech a proto počítat spíše s větší časovou náročností, než s menší, která by nám mohla způsobit problémy.

3.8 Původní stav Linky v ABB Brno

Stav linky na výrobu UniGear rozváděčů, bez jakýchkoli změn. Zde mají pracoviště počet pracovních míst viz tab. č. 1.

Pracoviště	Z1	Z2	Z4	Z5	Z6	Z7
Počet	3	3	2	1	1	4

Tab. č. 1 Počet pracovišť na původní lince (autor)



Graf č. 2 Doba operace na původní lince (autor)

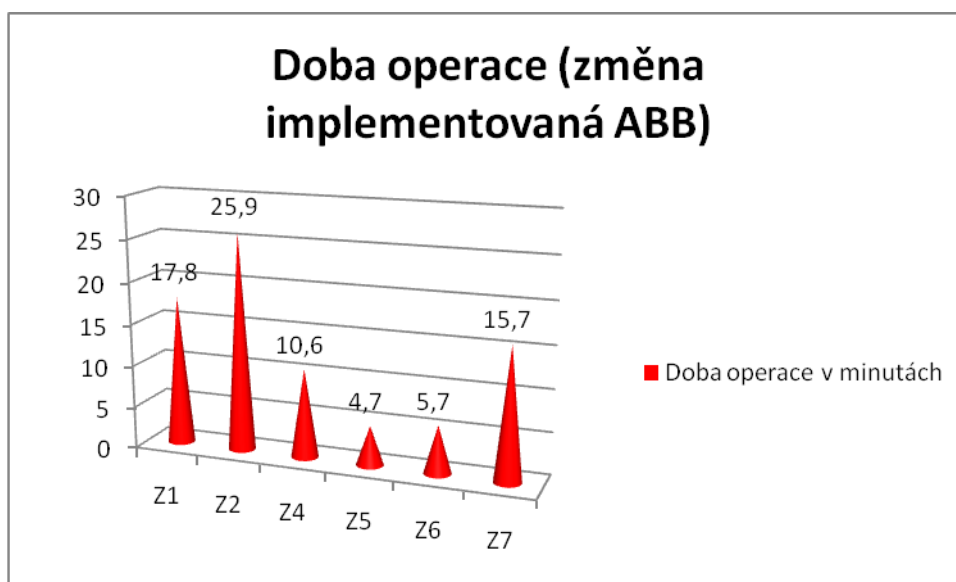
Z grafu je vidět významný úzký bod na pracovišti Z2. Méně významné body jsou na Z1 a Z7. Tento graf je významný pro další analýzu a návrh řešení.

3.8.1 Stav Linky po úpravě ABB

Změna vychází z velké volatility pracovišť Z5 a Z6, kterou pracovníci ABB považovali za významnou, ale došlo ze k ignorování stále silného úzkého bodu na pracovišti Z2. Tento problém považují za velmi důležitý a jeho vyřešení za stěžejní pro firmu, pokud se chce dobrat k hladkému výrobnímu toku. Počet pracovišť viz tab. č. 2.

Pracoviště	Z1	Z2	Z4	Z5	Z6	Z7
Počet	3	3	3	2	2	4

Tab. č. 2 počet pracovišť po změně provedené ABB (autor)



Graf č. 3 Doba operace o změně provedené ABB (autor)

4 Návrhy řešení

Ve svých návrzích řešení jsem se snažil o 2 cíle, které byly vysloveny firmou a jsou důvodem proč tento problém řeším. První je optimalizace výroby tak, aby tok byl co nejhladší. Druhým je výroba s co nejnižšími výrobními časy, což by umožnilo firmě vyrobit větší množství rozváděčů se stejnými náklady.

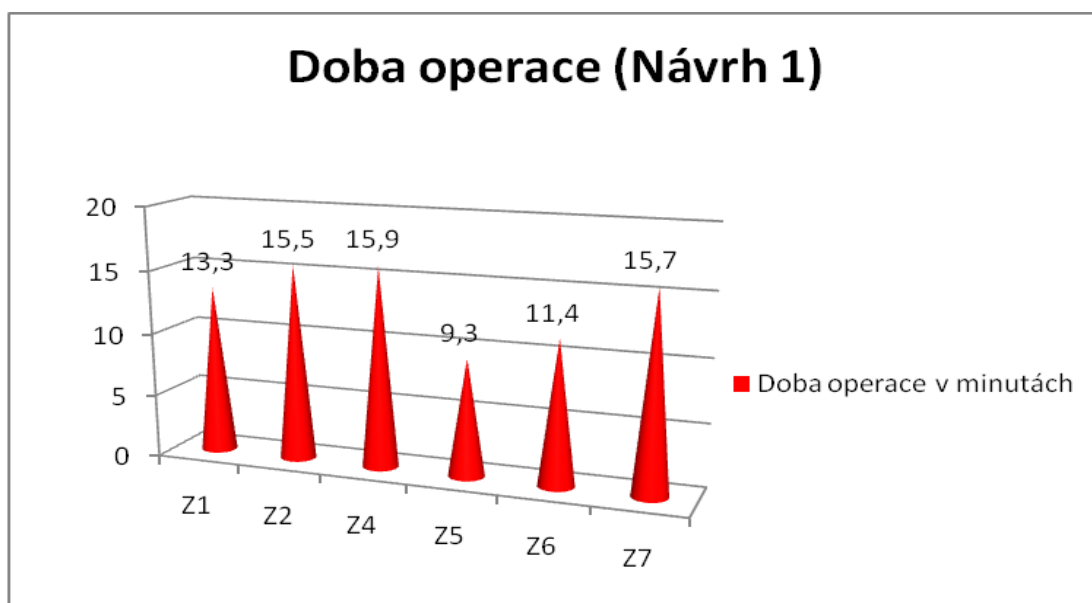
4.1 Návrh 1

První návrh, který jsem sestavil se zaměřuje na eliminaci úzkých míst a velice se blíží hladkému výrobnímu toku (dokonalá hladkost výrobního toku je utopie). Zároveň se v návrhu 1 snažím Udržet celkový počet pracovišť nízký. Počet pracovních míst, které jsem navrhnul viz tab. č. 3

Pracoviště	Z1	Z2	Z4	Z5	Z6	Z7
Počet	4	5	2	1	1	4

Tab. č. 3 PP Návrh 1 (autor)

V tabulce je vidět velké navýšení převážně na pracovišti Z2, které je nezbytné.



Graf č. 4 Návrh 1 (autor)

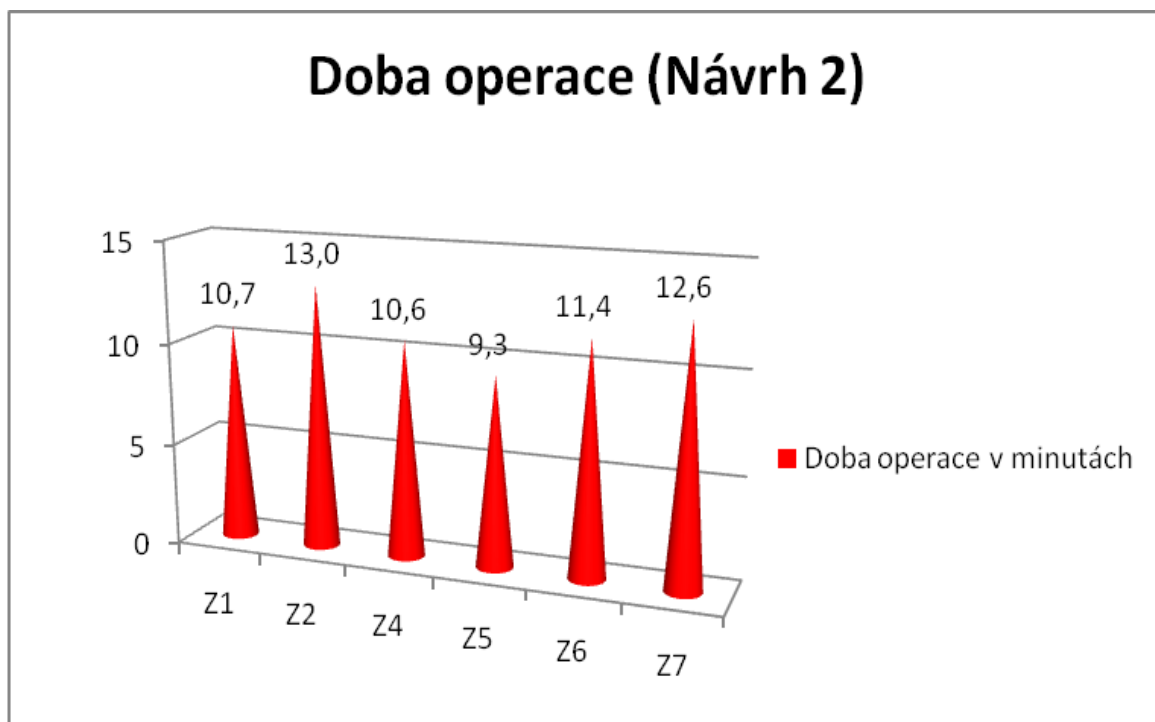
4.2 Návrh 2

V návrhu 2 na změnu pracovišť se věnuji hlavně eliminaci úzkých míst a utvoření hladkého výrobního toku, ale bez restrikcí, jaké byly položeny v návrhu 1. Počet pracovišť viz tab. č. 4.

Pracoviště	Z1	Z2	Z4	Z5	Z6	Z7
Počet	5	6	3	1	1	5

Tab. č. 4. PP Návrh 2 (autor)

Vidíme celkově velký počet pracovišť vyjímaje Z5 a Z6. Tato pracoviště se mohou občas a krátkodobě jevit vytížená viz , ale v delším časovém úseku tato pracoviště vytížená nejsou.



Graf č. 5 Návrh 2 (autor)

4.3 Zhodnocení návrhů

Dva návrhy na řešení problému, který se vyskytl se mohou zdát podobné, ale velký rozdíl je hlavně v jejich obejmu a nákladech. První návrh pracuje s velice omezenými prostředky a lze jej implementovat ihned, kdežto návrh 2 je optimistická verze, ke které by firma měla směřovat spíše dlouhodobě, než jej implementovat ihned. Pro návrh se také počítá s tím, že firma bude i nadále mít bezproblémový odbyt.

4.3.1 nákladové porovnání návrhů

Mezi mými návrhy je velký rozdíl v počtu přidávaných pracovišť a tím i velký nákladový rozdíl při případné realizaci.

	Z1	Z2	Z4	Z5	Z6	Z7	součet
Stávající počet WP	3	3	3	2	2	4	17
Návrh 1	4	5	2	1	1	4	17
Návrh 2	5	6	3	1	1	5	21
Rozdíl N1 a stávajícího stavu	1	2	-1	-1	-1	0	0
Rozdíl N2 a stávajícího stavu	2	3	0	-1	-1	1	4

Tab. č. 5 Porovnání návrhů (autor)

U návrhu 1 je důležitý celkový neutrální výsledek v počtu pracovišť, protože ten nám při implementaci umožní, že není nutné nějak linku rozšiřovat, což je při její velikosti silně nákladná záležitost. Pokud může celkový počet pracovních míst zůstat stejný, tak stačí přidat pracovní místa na úkor těch, které návrh doporučuje odebrat. Tento přístup minimalizuje náklady a zároveň tvoří hladký výrobní tok. Návrh 1 se snaží přiblížit zlaté střední cestě tj. nízké náklady a přesto dosažení cíle.

Při odhadované ceně jednoho WP na 200 000 Kč se může návrh 2 vyšplhat lehce přes 1 mil. Kč ve ztrátách ke kterým dojde během přestavby celé linky.

Návrh 1 navrhuje mnohem levnější cestu a nemělo by být nutné k jeho implementaci zastavovat linku. Odhadované náklady jsou 120 000 Kč.

Závěr

Linku se povedlo analyzovat i přes potíže se sběrem dat, převážně zaviněné nedisciplinovaností pracovníků.

Ukázalo se, že přestavba linky v ABB Brno byla správným krokem vpřed, ale bylo by dobré jej dokončit dalšími úpravami, jak drobnými, počínaje disciplinovaností zaměstnanců a velkými, jako je úprava nebo přidání dalších pracovních míst do již fungujících pracovišť.

Za tímto účelem jsem vypracoval 2 návrhy pro firmu ABB Brno, které nabízí možnosti, jak linku modernizovat. Návrh 1 nabízí zlatou střední cestu mezi náklady a eliminací úzkých míst a návrh 2 nabízí firmě možnost větší a nákladnější modernizace linky. Návrh 1 je myšlen pro implementaci ihned, kdežto návrh 2 je vhodný jen za podmínek i nadále trvající vysoké poptávky, protože vyžaduje rozšíření o pracovní pozice navíc.

Návrhy byly sestaveny přímo na míru požadavkům firmy a drží se reálných možností, což byl cíl. Doufám, že firma mé návrhy zváží a použije pro modernizaci.

Zdroje

1. TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. 2. vyd. Praha, Grada Publishing, 2000, 412 s. ISBN 80-7169-955-1
2. JUROVÁ, M. *Organizace přípravy výroby*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2009. 100 s. ISBN 978-80-214-3946-7
3. TOMEK G., VÁVROVÁ V. *Řízení výroby a nákupu*. Praha, Grada Publishing, 2007, 384s. ISBN 978-80-247-1479-0
4. SKŘIVÁNEK, František. *Databázový svět* [online]. c2004 [cit. 2011-11-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.dbsvet.cz/view.php?cisloclanku=2008051401>>.
5. MIKULECKÝ, Peter. *LIDE.UHK.CZ* [online]. 2007 [cit. 2011-11-13]. Dostupný z WWW: <lide.uhk.cz/fim/ucitel/mikulpe1/ZM/MZ-UVOD.ppt>.
6. SVOBODOVÁ H., VEBER J., kol. *Produktový a provozní management*. Praha, Nakladatelství Oeconomica, 2006, 153s. ISBN 80-245-1083-9
7. KEŘKOVSKÝ M., *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha, Nakladatelství C. H. Beck 2001, 115 s. ISBN 80-7179-471-6
8. LÖFFELMANN JIŘÍ. *Trendy v plánování a řízení výroby 2. díl* [online]. 2004 [cit. 2012-2-3]. Dostupný z WWW: <<http://www.systemonline.cz/clanky/trendy-v-planovani-a-rizeni-vyroby-ii-dil.htm>>
9. ABB. ABB Česká republika: *Vítejte v ABB* [online], 2012 [cit. 2012-5-5]. Dostupný z WWW: <[HTTP://WWW.ABB.CZ/CAWP/CZABB013/CC70B0FDF470BDBCC1256A850029B508.ASPX](http://WWW.ABB.CZ/CAWP/CZABB013/CC70B0FDF470BDBCC1256A850029B508.ASPX)>
10. ABB. UniGear portfolio 2011. ABB PPMV Brno.pptx. [interní]
11. BORDÁS Robert. *LEAN company* [online]. 2006 [cit. 2012-2-5]. Dostupný z WWW: <<http://www.leancompany.cz/historie.html>>
12. MCBRIDE David. *The 7 manufacturing wastes* [online]. 2003 [cit. 2012-6-5]. Dostupný z WWW: <<http://www.emsstrategies.com/dm090203article2.html>>
13. TZ Profit. *ABB Brno dodá rozvaděče pro datové centrum facebooku* [online]. 2012 [cit. 2012-15-5]. Dostupný z WWW: <<http://profit.tyden.cz/clanek/abb-brno-doda-rozvadece-pro-datove-centrum-facebooku>>

Seznam zkratek

WCM	World class manufacturing
OPT	Optimised production technology
Z1-Z10	Konkrétní označení pracoviště v ABB Brno
TOC	Theory of constraints
SAP	Systems - Applications - Products (všeobecně známý IS)
IS	Informační Systém
JIT	Just in time
CC	Critical Chain
DBR	Drum buffer rope
VN	Vysoké napětí
NN	Nízké napětí
VVN	Velmi vysoké napětí
WP	Work place (pracovní místo)

Seznam obrázků, grafů, tabulek a vzorců

Vzorce

Vzorec. č. 1 - Výpočet doby operace

Obrázky

Obr. č. 1 - Princip výrobního procesu

Obr. č. 2 - Postup při rozhodování

Obr. č. 3 - Dělení na kritické a nekritické oblasti

Obr. č. 4 - ABB logo

Obr. č. 5 - rozváděč UniGear

Obr. č. 6 - "Rodina UniGear" Produkční portfolio ABB

Obr. č. 7 - Linka ABB

Obr. č. 8 - Původní layout výrobní linky v ABB

Tabulky

Tab. č. 1 Počet pracovišť na původní lince

Tab. č. 2 počet pracovišť po změně provedené ABB

Tab. č. 3 PP Návrh 1

Tab. č. 4. PP Návrh 2

Tab. č. 5 Porovnání návrhů

Grafy

Graf č. 1 výrobní časy

Graf č. 2 Doba operace na původní lince

Graf č. 3 Doba operace o změně provedené ABB

Graf č. 4 Návrh 1

Graf č. 5 Návrh 2